

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní
Katedra oděvnictví

Porovnanie metód hodnotenia priepustnosti vodnej pary plošnou
textíliou

Comparison of methods for classification of vapour
permeability through spread textile

Ondrej Luc
KOD- 239

Vedúci bakalárskej práce: Ing. Miroslava Jínová
Študijný program: B3107 Textil

Rozsah práce a příloh

Počet stran: 54
Počet obrázků: 13
Počet tabulek: 5
Počet příloh: 2
Počet grafov: 6

Liberec 2007

Prehlásenie

Prehlasujem, že predložená bakalárska práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne. Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som v práci neporušil autorské práva (v zmysle zákona č. 121/2000 Sb. O práve autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

Súhlasím s umiestnením bakalárskej práce do Univerzitetnej knižnice TUL.

Bol som oboznámený s tým, že na moju bakalársku prácu sa plne vzťahuje zákon č.121/2000 Sb. o práve autorskom, hlavne § 60 (školské dielo).

Beriem na vedomie, že TUL má právo na uzatvorenie licenčnej zmluvy o použití mojej bakalárskej práce a prehlasujem, že **s ú h l a s í m** s prípadným použitím mojej bakalárskej práce (predaj, zapožičanie apod.).

Som si vedomý toho, že použiť svoju bakalársku prácu či poskytnúť licenciu k jej využitiu môžem iba so súhlasom TUL, ktorá má právo odo mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, vynaložených univerzitou na vytvorenie diela (až do ich skutočnej výšky).

V Liberci, dňa 14.05.2007

.....
Podpis

Touto cestou by som sa rád poďakoval všetkým, ktorý mi akýmkoľvek spôsobom pomohli pri spracovávaní mojej práce. Zvlášť chcem poďakovať mojej vedúcej bakalárskej práce, Ing. Miroslave Jínovej, za jej odbornú pomoc, trpezlivosť, pripomienky a cenné rady pri vypracovávaní tejto práce

Taktiež chcem poďakovať mojim priateľom za morálnu podporu a hlavne mojim rodičom zato, že mi umožnili študovať .

ANOTÁCIA

Úlohou bakalárskej práce bolo porovnanie metód pre hodnotenie priepustnosti vodnej pary u plošných textílií. Porovnanie bolo prevedené na prístrojoch v laboratóriu Komfortu na KOD. Na porovnanie boli vybrané 4 druhy materiálu.

V prvej časti sú popísane všetky možné metódy merania priepustnosti vodnej pary textíliou. V druhej časti sú uvedené iba metódy, podľa ktorých bolo možné previesť meranie v laboratóriách KOD, s následným vyhodnotením merania. V závere práce je navrhnutý spôsob porovnania metód.

ANOTATION

The aim of my bachelors thesis was comparison of methods for classification of vapour permeability through spread textile. Comparison was fulfilled on array in laboratory facilities of Komfort at KOD. Four sorts of material were chosen for comparison.

In forepart are circumscribed all possible methods of measuring of vapour permeability through textile. In the second part are mentioned only methods, according to which was possible execute measuring in laboratory of KOD followed by evaluation of measurements. In the end are proposed options for comparison of used methods.

Kľúčové slová

Odevné materiály, hodnotenie , priepustnosť vodnej pary, meranie, porovnanie

Key words

Clothing materials, classification, vapour permeability , measuring, comparison

Zoznam použitých skratiek :

č.	– číslo
fi.	– firma
min.	– minúta
Obr.	– obrázok
rel.	– relatívna
v.p.	– vodná para
CO	– bavlna
PL	– polyester
EA	– elastan
VI	– viskóza
WO	– vlna
PC	– akryl
R	– parný odpor
Δx	– vzdialenosť medzi vodou a prostredím
D_{air}	– difúzny koeficient vodnej pary v stálom vzduchu ($2,48 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)
ΔR_{fab}	– rozdiel parného odporu
C_{skin}	– koncentrácia nasýtenej vodnej pary v rozmedzí $20 \pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($17,5 \pm 0,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$)
C_{amb}	– koncentrácia vodnej pary v rozmedzí $20 \pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($11,4 \pm 0,6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$)
N	– počet
q_0	– tepelný tok so vzorkou ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)
q_v	– tepelný tok bez vzorky ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)
Px	– priemerná hodnota indexu priepustnosti vodnej pary
m_v	– je prírastok hmotnosti vysúšadla s textíliou ($m_{vz} - m_{vo}$)(g)
m_s	– je prírastok hmotnosti vysúšadla bez textílie ($m_{sz} - m_{so}$)(g)
WVP	– priepustnosť vodnej pary ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{deň}^{-1}$)
M	– váha
t	– čas
A	– plocha testovacej látky (m^2)
(WVP)f	- hodnota priepustnosti vodných pár testovanej tkaniny ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{deň}^{-1}$)
(WVP)r	- hodnota priepustnosti vodných pár referenčnej tkaniny ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{deň}^{-1}$)

I – index priepustnosti vodných pár (%)

i_{mt} – index priepustnosti

R_{ct} – tepelný odpor ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)

R_{et} – výparný odpor ($m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$)

W_d – priepustnosť vodnej pary ($g \cdot m^{-2} \cdot h^{-1} \cdot Pa^{-1}$)

ϕT_m – latentné teplo odparovania vody pri teplote meracej jednotky T_m ($^{\circ}C$)

T_m – teplota meracej jednotky ($^{\circ}C$)

T_a – teplota vzduchu v skúšobnom priestore ($^{\circ}C$)

H – vyhrevnosť dodávaná meracej jednotke (W)

ΔH_c – korekcia vyhrevnosti pri meraní tepelného odporu (W)

R_{ct0} – konštanta prístroja pre meranie tepelného odporu ($m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$)

p_m – nasýtený parciálny tlak vodnej pary (Pa)

p_a – parciálny tlak vodnej pary vo vzduchu (Pa)

1. Úvod.....	- 11 -
2. Komfort.....	- 12 -
2.1 Psychologický komfort.....	- 12 -
2.2 Funkčný komfort	- 12 -
2.2.1 Senzorický komfort	- 12 -
2.2.2 Patofyziologický komfort.....	- 13 -
2.2.3 Fyziologický komfort.....	- 14 -
3. Priepustnosť plošných textílií.....	- 17 -
3.1 Priepustnosť vody.....	- 18 -
3.2 Priepustnosť vodnej pary.....	- 18 -
4. Odvod vlhkosti z ľudského tela.....	- 19 -
4.1 Kapilárny odvod.....	- 19 -
4.2 Migrácia.....	- 20 -
4.3 Difúzia.....	- 20 -
4.4 Sorpcia.....	- 21 -
5. Klimatická vlhkosť	- 21 -
6. Možnosti merania priepustnosti vodnej pary cez odevné materiály.....	- 22 -
6.1. Meranie vážením danej sústavy.....	- 23 -
6.1.1 Metóda podľa normy ČSN 80 0855 – Zisťovanie relatívnych priepustnosti vodných pár textíliou	- 23 -
6.1.2 Metóda podľa britskej normy BS 7209 (Metóda B1).....	- 24 -
6.1.3 Prístroj pre zisťovanie transportu vlhkosti	- 25 -
sorpciou – testovacia trubica	- 25 -
6.1.4 Potiace sa torzo	- 29 -
6.1.5 Metóda DREO.....	- 31 -
6.2 Meraním toku tepla.....	- 32 -
6.2.1 Meranie pomocou prístroja PERMETEST	- 32 -
6.2.2 Model pokožky podľa ČSN EN 31092 – Skúška potenia	- 33 -
vyhrievanou doštičkou (ISO 11092:1993),(Prístroj PSM)	- 33 -
6.2.3 Skúška za stacionárnych podmienok.....	- 34 -
6.2.4 Skúška za nestacionárnych podmienok	- 35 -

6.3. Meranie na základe subjektívneho pocitu človeka	- 36 -
6.3.1 Bioklimatické komory.....	- 36 -
7. Experimentálna časť.....	- 37 -
7.1 Materiály	- 37 -
7.2 Zisťovanie priepustnosti vodnej pary.....	- 37 -
7.2.1 Metóda podľa normy ČSN 80 0855 , Zisťovanie relatívnych priepustností vodných pár plošnou textíliou.....	- 38 -
7.2.2 Metóda podľa britskej normy BS 7209(prístroj M 261)	- 41 -
7.2.3 Prístroj Permetest	- 45 -
7.2.4 Model pokožky ČSN EN 31092 – Skúška potenia vyhrievanou doštičkou , (ISO 11092:1993), (Prístroj PSM).....	- 46 -
7.3 Návrh spôsobu porovnania jednotlivých metód.....	- 52 -
8. Záver	- 54 -
Zoznam použitej literatúry	- 55 -

1. Úvod

Komfort pri nosení textílie je vlastne stav pohody, tj. keď sa nevznikajú žiadne neprijemné pocity pri nosení odevu. Na tento pocit vplýva veľa vlastností textílie. Jednou z nich je schopnosť textílie prepustiť vlhkosť vo forme vodnej pary, vytváranú ľudským telom.

Úlohou tejto práce bolo porovnať metódy hodnotenia priepustnosti vodnej pary textíliou. Pre porovnanie rozdielov som si vybral vzorky zo 4 druhov materiálov.

V teoretickej časti je popísaný komfort a sú uvedené možnosti merania priepustnosti vodných pár textíliou. Vodné pary majú vo veľkom množstve vplyv na komfort nosenia odevu.

Pri porovnaní metód priepustnosti vodných pár som využil všetky dostupné prístroje na Katedre odevníctva FT TUL. Prevedenie merania a vzájomné porovnanie metód je uvedené v kapitolách v experimentálnej časti.

V závere práce je navrhnutý spôsob porovnania metód hodnotenia priepustnosti vodných pár textíliou.

2. Komfort

Komfort je stav organizmu, keď sú všetky fyziologické funkcie ľudského organizmu v optime, a keď okolie vrátane odevu nevytvára nepríjemné vnemy vnímané našimi zmyslami. Neprevládajú pocity tepla a ani zimy. Subjektívne tento stav berieme ako stav pohody.

Človek vníma komfort všetkými zmyslami okrem chuti. Komfort sa dá zjednodušene definovať ako neprítomnosť znepokojujúcich, nepríjemných a bolestivých vnemov.

Komfort delíme na dve časti. A to na - psychologický komfort
- funkčný komfort, ktorý v sebe zahŕňa fyziologický, senzorický a patofyziologický komfort

[8]

2.1 Psychologický komfort

Tento komfort závisí na kultúrnej a sociálnej úrovni a vyjadruje individualitu človeka. V určitom prípade môže požiadavok na psychologický komfort prevýšiť aj nároky na funkčný komfort. Túto zložku komfortu tvorí štýl, módnosť, farba a konštrukčne riešenie odevu. Táto zložka komfortu môže byť hodnotená iba subjektívne, pretože záleží na vnímaní jednotlivca, ktorý ho hodnotí.

[8]

2.2 Funkčný komfort

2.2.1 Senzorický komfort

Senzorický komfort zahŕňa všetky vnemy a pocity človeka pri priamom styku pokožky a prvej vrstvy odevu. Pocity pri styku odevu s pokožkou môžu byť príjemné, ako pocit mäkkosti, splývavosti alebo naopak nepríjemné ako je tlak, škrabanie, kúsanie, lepenie a podobne.

[8]

Senzorický komfort môžeme rozdeliť na komfort nosenia a na omak.

Komfort nosenia zahŕňa :

- povrchovú štruktúru použitých materiálov
- vybrané mechanické vlastnosti ovplyvňujúce rozloženie síl a tlaku v odevnom systéme
- schopnosť textílií absorbovať a transportovať plynnú či kvapalnú vlhkosť. V tomto poslednom bode súvisí senzorický komfort s fyziologickým komfortom.

Omak je veličina značne subjektívna a zle reprodukovateľná, založená na vnemoch prostredníctvom prstov a dlane. Pri určitom zjednodušení sa dá omak charakterizovať týmito vlastnosťami:

- hladkosťou
- tuhosťou
- objemnosťou
- tepelno – kontaktným vnemom

[8]

2.2.2 Patofyziologický komfort

Pocit komfortu pri nosení odevných textílií ovplyvňuje tiež pôsobenie patofyziologicko – toxických vplyvov. Jedná sa o pôsobenie chemických látok obsiahnutých v materiáloch, z ktorého je odev vyrobený a mikroorganizmov vyskytujúcich sa na ľudskej pokožke. Pôsobenie patofyziologických vnemov závisí na odolnosti človeka voči pôsobeniu chemických látok obsiahnutých v textíliách a na podmienkach rastu mikroorganizmov vyskytujúcich sa v prostredí obmedzenom povrchom ľudského tela a textíliou. Prítomnosť patofyziologických látok ako chemické látky v práškoch, baktérie a plesne v textíliách môžu vyvolať alergické reakcie ľudskej pokožky.

2.2.3 Fyziologický komfort

Je stav ľudského organizmu , v ktorom sú fyziologické funkcie organizmu v rovnováhe a ktorý je vnímaný subjektom ako pohodlie. V tomto stave môže ľudský organizmus zotrvať neobmedzene dlho . Pocit pohodlia je nemerateľná predstava, nie prílišného tepla či zimy .

Ideálny stav pre ľudský organizmus je stav bazálneho metabolizmu . Stav bazálneho metabolizmu nastáva vtedy , keď zdravý, hladný a neoblečený organizmus zotrváva v celkovej nečinnosti vo vodorovnej polohe , nevykonáva žiadnu činnosť , leží v klimatických podmienkach ($T = 20^{\circ}\text{C}$, $\phi = 65\%$) a nepociťuje žiadny pocit chladu alebo tepla , vtedy prebieha iba minimálna látková výmena potrebná pre udržanie funkcie telesných orgánov. Tento stav je idealizovaný . V skutočnosti produkuje organizmus teplo a tiež podmienky okolitého prostredia neodpovedajú ideálnym podmienkam. Keď klesne teplota dostavuje sa u človeka pocit chladu a naopak pri zvýšení teploty sa dostaví pocit nadmerného tepla . Pocitu chladu sa dá zabrániť vhodným oblečením, ktoré spomaľuje odvádzanie tepla vyprodukovaného telom do okolitého prostredia.

Za hlavné fyziologicko – hygienické vlastnosti odevu môžeme označiť

- tepelno - izolačné vlastnosti
- schopnosť prepúšťať vodné pary
- priedušnosť

[3]

Fyziologicko – hygienické vlastnosti odevov alebo odevných materiálov môžeme skúmať napr.

- v laboratórnych podmienkach – zisťovanie parametrov textílií a vrstiev na skúšobných laboratórnych prístrojoch (objektívne hodnotenie). Skúšky sú vyhodnocované podľa platných noriem .
- v podmienkach bioklimatickej komory , kde sú simulované rôzne podmienky okolitého prostredia (objektívne a subjektívne hodnotenie)

Objektívne hodnotenie

Experiment prebieha v bioklimatickej komore (cca 15 m³) na probantovi. V komore je možné zvoliť parametre prostredia (teplota, vlhkosť a rýchlosť prúdenia vzduchu).

Človek – probant je postupne zaťažovaný rôznou činnosťou. Môže vykonávať činnosť na ergometri. [8]

Strieda sa fáza pokoja a fáza zaťaženia

0 – 10 min. prípravná fáza - svalstvo sa pripravuje k činnosti

10 – 30 min. fáza činnosti : plný výkon , stúpa tepová frekvencia , prebieha intenzívna výmena tepla medzi telom a okolitým prostredím .

30- 40 min. fáza pokoja - tepová frekvencia sa znižuje, upokojenie organizmu .

Na určené miesta na tele sú pripevnené snímače teploty a vlhkosti , ktoré snímajú množstvo vlhkosti vyprodukovanej telom a aktuálnu teplotu pokožky. Miesta snímania sú : hrudník, chrbát, predlaktie, lýtko, stehno, čelo , miesta s najväčšou hustotou pórov.

Subjektívne hodnotenie

Človek sám hodnotí jednotlivé typy odevov vyjadrením svojich pocitov pri voľnej činnosti.

Hodnotenie prebieha v niekoľkých stupňoch

- I. Pocity chladu alebo tepla , rôznymi úrovňami
- II. Pocity vlhkosti na rôznych miestach tela
- III. Vhodnosť strihového riešenia (len ako doplnkové hodnotenie)

Úrovně pri I. stupni hodnotenia

Mierne teplo - prejavuje sa lokálnymi pocitmi zvýšeného tepla

Teplo – prejavuje sa ako prehľbujúci sa pocit tepla na celom tele. Pot vyráža okrem oblastí s najvyššou hustotou pórov i na okrajových oblastiach tela. Vylúčený pot sa stačí

za spolu účinnosti odevu odparovať z povrchu tela a nesteká . Dá sa pracovať iba obmedzenú dobu pri striedaní práce a odpočinku.

Horúco – pocit sa prejavuje pri celkovom prehriati organismu sprevádzanou celkovou intenzitou potenia a sťaženým dýchaním . Telo vyprodukuje toľko potu , že steká po tele, nestíha sa odparovať z povrchu pokožky a odev nestačí pot pohlcovať. Sú to sprevádzajúce javy diskomfortu .

[8]

Chlad

Pocity chladu sa dostavujú ako reakcia organismu na nízku teplotu okolitého prostredia , alebo nízkou intenzitou činnosti v odeve , ktorý má nedostatočné tepelno – izolačne vlastnosti.

Chladno – prejavuje sa ako pocity lokálneho mrazenia na okrajových častiach tela , vyvolaným iba zvýšeným prúdením vzduchu. Vo vhodnom odeve sa dá pracovať nepretržite.

Zima – prejavuje sa ako pocit mrazenia na celom tele , dostavuje sa súčasne chvenie tela, zmršťuje sa pokožka Pracovať sa dá iba v špeciálnom odeve krátkodobu.

Tuhnutie - prejavuje sa ako pocity celkového podchladenia , ktoré ochromuje pohyblivosť končatín. Nastáva stuhnutie rúk a nôh . Dostavuje sa šok z podchladenia . Zotrvanie v tomto stave môže dokonca spôsobiť smrť.

Vylučovanie potu je jedným z najdôležitejších mechanizmov tepelnej regulácie, ktoré majú základný význam pri prehriati organismu a pri výkone fyzickej práce. Množstvo vylúčeného potu závisí do značnej miery na

- úrovni fyzickej aktivity
- meteorologických podmienkach
- vhodnosti odevu v určitých podmienkach

Dôležité sú fyziologicko – hygienické vlastnosti textilných materiálov, ktoré majú veľký význam, pre hodnotenie hygienických vlastností odevu a tiež nám tieto vlastnosti umožňujú regulovať odevnú mikroklimu (medzi odevom a pokožkou), ktoré subjektívne podmieňujú i pocity človeka.

Vlastnosti ovplyvňujúce subjektívne podmieňovanie a pocity človeka

- Odparovanie
- Nasiakavosť
- Vysychavosť
- Priepustnosť pre vodné pary
- Prenos vody a vlhkosti
- Priepustnosť vzduchu
- Tepelne izolačné vlastnosti
- Konštrukčné vlastnosti odevu

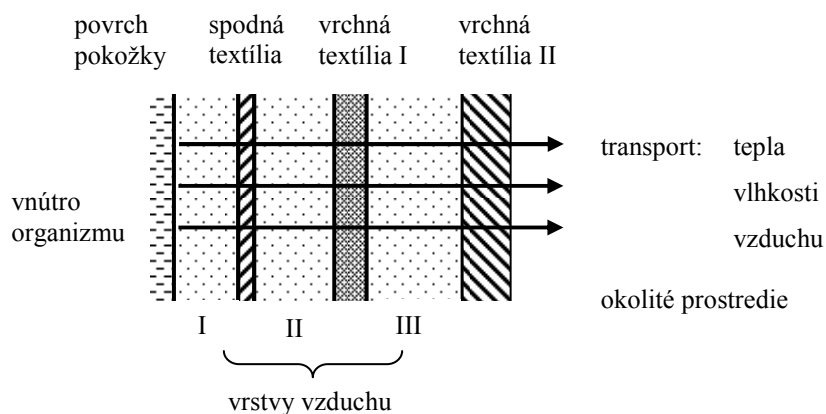
[8]

3. Priepustnosť plošných textílií

Pod pojmom priepustnosť, alebo priestup máme namysli prienik určitého média cez vrstvy textílie, tj. cez jej plochu. Priestupy, alebo transporty, môžu byť obecné realizované v oboch smeroch, aj keď spravidla prevažuje smer od pokožky do okolitého prostredia (obr.1). Ďalšia okolnosť, ktorá sa u prieniku médií cez vrstvy odevu vyskytuje, je to, že sa takmer vždy jedná o priestup koncentrovaný. To znamená, že sa vždy pripojí priestup tepla, alebo vzduchu.

[3]

- priepustnosť vody
- priepustnosť vodnej pary
- priepustnosť vzduchu
- priepustnosť tepla



Obr. 1 Mikroklíma

3.1 Priepustnosť vody

Vzájomné pôsobenie vody alebo inej kvapaliny s plošnou textíliou môže byť realizovaný viacerými spôsobmi.

Nepremokavosť – zmáčavosť

[3]

Základným predpokladom preto, aby textília sala vodu je zmáčavosť danej textílie. Voda dobre zmáča predovšetkým všetky prírodné materiály, oproti tomu väčšinu umelých vlákien nie. Príčinou tohto javu sú medzi -molekulárne sily, ktoré pôsobia na rozhraní vody a materiálu. Tieto sily sa dajú ovplyvniť povrchovou úpravou.

Vzlínavosť je schopnosť materiálu pohlcovať a prenášať kvapalinu pôsobením kapilárnej sily. U odevov to znamená schopnosť textílie odvieť vodu z priestoru pod odevom (tzv. mikroklima) a je závislá na ich pórovitosti , tj. na veľkosti a tvaru pórov. Táto vlastnosť môže u niektorých textilných materiálov dopĺňať navlhavosť. Je tomu napríklad u syntetických materiálov z tvarovaných priadzí, ktoré nemajú dobrú nasiakavosť, ale majú dobrú navlhavosť, preto vyhovujú hygienickým požiadavkám. Nasiakavosť vody sa vyjadruje výškou h (mm za stanovenú dobu merania)

3.2 Priepustnosť vodnej pary

Je schopnosť textilných materiálov prepustiť vodu v podobe vodných pár z priestoru obmedzeného daným materiálom. Je charakterizovaná transportom vodnej pary celou hrúbkou textílie na základe rozdielnych parciálnych tlakov, ktoré sú hybnou silou prenosu . Pod pojmom parciálneho tlaku, rozumieme tlak vodnej pary, ktorá zaberá celý objem systému. Na jednej strane textílie je vyšší parciálny tlak vodnej pary (Pd_1) a na druhej strane nižší parciálny tlak (Pd_2). Pd_1 predstavuje tlak vodnej pary uvoľňujúcej sa z povrchu pokožky. Materiály, ktoré majú v štruktúre bavlnené, ľanové, vlnené, viskóзовé a acetátové vlákna, sa vyznačujú vysokou schopnosťou prepúšťať vodnú paru a to bez ohľadu na hustotu ich väzby. Priepustnosť vodných pár u týchto materiálov je určovaný iba sorpčnými vlastnosťami . U materiálov zo syntetických materiálov závisí priepustnosť vodnej pary na hustote ich väzby.

4. Odvod vlhkosti z ľudského tela

Pri zložitom procese tepelnej regulácie ľudského organizmu je odvádzanie tepla prevádzané samovoľným potením. Odparovanie potu môže v závislosti na rôznych záťažových situáciách vzrásť až na takú mieru, že môže byť pre zaistenie tepelnej rovnováhy ľudského organizmu dôležitejším faktorom, než je samotný transport tepla vedením.

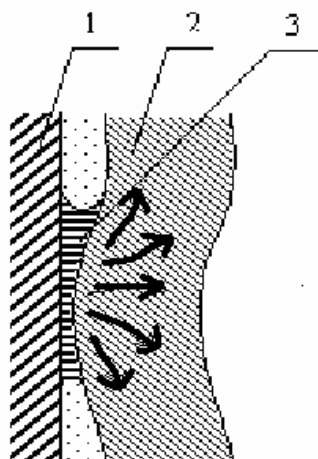
Situácia je o niečo zložitejšia u oblečeného organizmu, kde tento systém pracuje podľa iných princípov a kde je vlhkosť z povrchu pokožky odvádzaná niekoľkými spôsobmi

- kapilárne
- migráciou
- difúziou
- sorpciou

[3]

4.1 Kapilárny odvod

Kapilárny odvod spočíva v tom, že pot v kvapalnom skupenstve je odsávaný prvou textilnou vrstvou a jej kapilárnymi cestami do jej plochy všetkými smermi. Jedná sa o tzv. uzlový efekt (Obr. 2). Parciálny tlak vodných pár v mikroklimé, sa znižuje len veľmi nepatrne. Pokožka zo strany textílie je zmáčaná odsávaným potom, intenzita priestupu je daná parciálnym spádom Δp . Kapilárny odvod je ďalej závislý na zmáčacej schopnosti danej textílie a vlákien, na povrchovom napätí vlákien a potu.



[4]

- 1 - pokožka
- 2 - textilná vrstva
- 3 - kvapalný pot

Obr. 2 Kapilárny odvod

4.2 Migrácia

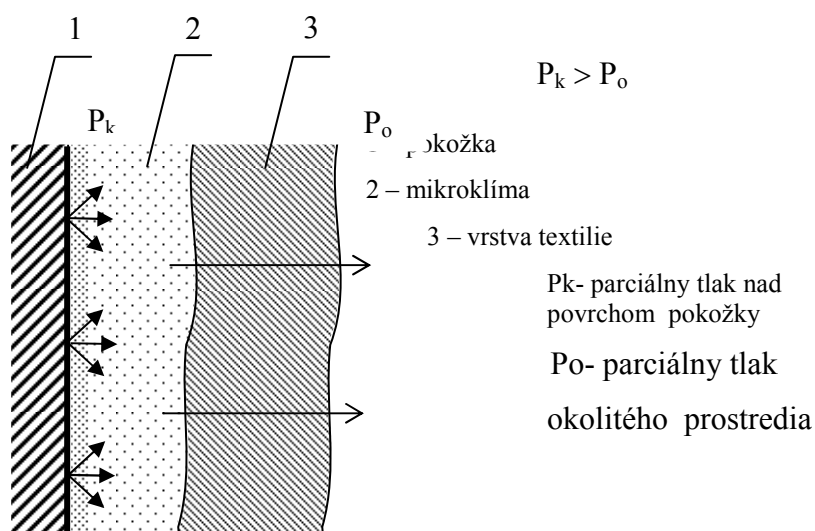
Vo väčšine prípadov sa odev nachádza v teplotnom spáde medzi teplotou povrchu tela a teplotou okolitého prostredia. Za týchto podmienok dochádza ku kondenzácii vlhkosti na povrchu vlákna. Voda, ktorá vznikne touto kondenzáciou je buď odvedená do kapilárnych priestorov alebo migruje na povrchu vlákien. K migrácii zároveň dochádza u vody, ktorá bola do textílie dopravená kapilaritou.

[4]

4.3 Difúzia

Difúzny odvod vlhkosti je realizovaný z povrchu pokožky cez textíliu prostredníctvom pórov, ktoré sa svojou veľkosťou zúčastňujú na kapilárnom odvode (Obr. 3). Vlhkosť prestupuje textíliou v smere najbližšieho parciálneho tlaku vodnej pary. Jednotlivé vrstvy odevu nemajú rovnaký difúzny odpor, čo vedie k spomaľovaniu tohto priestupu.

[4]



Obr. 3 Odvod difúziou

4.4 Sorpcia

Sorpčný proces najskôr predpokladá vniknutie vlhkosti či kvapalného potu do neusporiadaných medzi - molekulových oblastí v štruktúre vlákna a následne naviazaním na hydrofilné skupiny v molekulovej štruktúre. Proti predchádzajúcim spôsobom je tento proces najpomalší. Predpokladom je, aby textília bola vyrobená aspoň čiastočne zo sorpčných vlákien. Tento predpoklad nesplňujú textílie zo syntetických vlákien. V prípade 100% syntetickej textílie sa sorpčný odvod vlhkosti neuskutočňuje.

[3]

Všetky menované spôsoby odvodu vlhkosti sa uskutočňujú súčasne. Kapilárny odvod odvádza pot ako kvapalinu, spôsob difúzie, migrácie a sorpcie odvádzajú kvapalinu aj vodnú paru, ktorej zhromaždenie v mikroklimе spôsobuje pocit nepohodlia, čiže diskomfortu.

Najrýchlejší spôsob odvodu vlhkosti je kapilárny, migračný a difúzny, a najpomalší je spôsob sorpčný. Pre pocit komfortu je najvhodnejšia kombinácia difúzneho a sorpčného spôsobu. Optimálne hodnoty jednotlivých priepustností sa dá dosahovať štruktúrou jednotlivých vrstiev, pričom vrstvy naliehajúce priamo na pokožku musia odvádzať najväčšie objemy vlhkosti, väčšie než vonkajšie vrstvy. Rýchly odvod vlhkosti, by mal za následok ochladzovania povrchu tela, naopak pomalý odvod, poškodzuje kožu, preto je minimálne nutná kombinácia difúzneho a sorpčného odvodu, kde sorpčný pôsobí ako tlmiaci mechanizmus.

5. Klimatická vlhkosť

Klimatická vlhkosť obklopuje oblečený organizmus, vytvára hodnotu parciálneho tlaku vodnej pary. Parciálny spád je určujúci pre rýchlosť odvodu vlhkosti z mikroklimy. Táto vlhkosť je definovaná ako relatívne φ alebo absolútne v jednotkách parciálneho tlaku.

Relatívna vlhkosť

$$\varphi = \frac{P_o}{P_D}$$

P_o - parciálny tlak vodných pár [Pa]

P_D - parciálny tlak sýtych vodných pár [Pa]

Táto klimatická vlhkosť obklopuje oblečenie človeka z vnútornej strany odevu, odev je vložený do prostredia dvoch parciálnych tlakov – medzi mikroklimu a okolitý vzduch. Vlhkosť okolitého vzduchu, ktorá je spravidla nižšia, ovplyvňuje jednak priechod pár cez všetky textilné vrstvy, jednak rýchlosť tohto priechodu, spôsobuje intenzitu odvodu vlhkosti organizmu. V situáciách, kde parciálne tlaky, resp. ich rozdiel, je veľmi malý, nedochádza k priestupu vlhkosti mikroklimu a hromadí sa v odeve a človek sa dostáva do fyziologického diskomfortu.

6. Možnosti merania priepustnosti vodnej pary cez odevné materiály

V dnešnej dobe existuje veľa spôsobov merania priepustnosti vodnej pary cez odevné materiály, ktoré nám viac či menej pomáhajú určiť vhodné použitie materiálu pre odevy poskytujúce človeku určitý komfort a ochranu ich nosením.

Metódy merania schopnosti textílie prepustiť vodnú paru

- meranie vážením danej sústavy
- meraním toku tepla
- meranie na základe subjektívneho pocitu človeka

6.1 Meranie vážením danej sústavy

- 6.1.1 metóda podľa normy ČSN 80 0855

- 6.1.2 metóda podľa normy BS 7209 : 1990
- 6.1.3 pomocou testovacej trubice
- 6.1.4 potiace sa torzo
- 6.1.5 metóda DREO

6.2 Meraním toku tepla

- 6.2.1 Meranie na prístroji Permetest
- 6.2.2 Model pokožky ČSN EN 31092 , (ISO 11092:1993) (Prístroj PSM)

6.3 Meranie na základe subjektívneho pocitu človeka

- 6.3 Bioklimatické komory

6.1. Meranie vážením danej sústavy

6.1.1 Metóda podľa normy ČSN 80 0855, Zisťovanie relatívnych priepustností vodných pár textíliou

Podstata tejto metódy spočíva v prechode vodnej pary za určitých podmienok textíliou a jej následnou absorpciou vysúšadlom. Následne sa stanoví prírastok hmotnosti.



Obr. 4 Mištička naplnená silikagelom

Nevýhoda tejto skúšky je jej časová náročnosť a rýchla absorpcia vlhkosti silikagelom.(obr.4) Navyše podmienky pri meraní neodpovedajú podmienkam pri nosení. Uvádzaná teplota $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ nezodpovedá teplote ľudského tela , ktorá je 35°C .

6.1.2 Metóda podľa britskej normy BS 7209 (Metóda B1)

Táto metóda slúži k meraniu priepustnosti vodnej pary cez priepustné materiály a to pri rôznych podmienkach okolia. Vzorky musia byť klimatizované po dobu 4 h pri teplote pôsobiacej pri priebehu skúšky. Pokiaľ niektorý zo vzorkou nevyhovuje musia byť vzorky testované dvakrát. Vzorky pre opakovanie testu musia pochádzať z toho istého zdroja ako nevyhovujúce. Táto norma obsahuje niekoľko skúšok a meraní, ale v tejto práci je uvedené iba meranie priepustnosti vodnej pary a zisťovanie indexu priepustnosti vodných pár (poľa metódy B1).

Skúšobná vzorka sa pripevní cez vrchný okruh skúšobnej misky, ktorá obsahuje vodu a je potom umiestnená do klimatizačnej komory s predpísanými podmienkami. Sleduje sa časový úsek pre dosiahnutie vyrovnania tlak. gradientu vodnej pary cez vzorku . Priepustnosť vodnej pary sa určuje podielom priestupov vodnej pary.

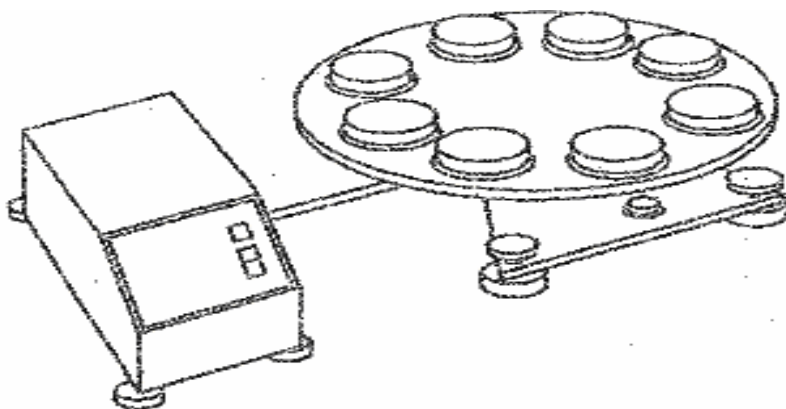
Skúšobné pomôcky a zariadenie

- Klimatizačná komora (KBF 240 od fi. BINDER) zaručujúca dodržanie teploty $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, relatívnej vlhkosti $65 \pm 2\%$ s dostatočnou veľkosťou, aby bolo možné do nej namontovať otočný stôl s testovacími miskami
- Orezávacie zariadenie , schopné rezať kruhové vzorky o priemere 96 mm .
- Pipeta
- Misky o priemere 96 mm s kryciami krúžkami
- Váha s presnosťou do 10^{-4}g
- Časovač na meranie intervalov medzi vážením s presnosťou do 1,0 min.
- Referenčná tkanina
- Otočný stôl (obr. 5)

[7]

Misky a krycie krúžky sú vyrobené z pevného a ľahkého materiálu odolného voči korózii. Vnútorne strany misiek sú upravené tak, aby sa dosiahlo jednotného tlaku vodnej pary cez celú plochu misiek. Každá vzorka je podopieraná konštrukciou z antikorozného oceľového drôtu, aby nedochádzalo k prehýbaniu vzorku a týmto k zmene vzduchovej vrstvy medzi vzorkou a hladinou vody.

Otočný stôl je schopný uniesť 8 testovacích misiek a otáčať sa pri rýchlosti $6\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$, aby nedochádzalo k príliš silnému prúdeniu vzduchu nad miskami. Točňa je izolovaná od akýchkoľvek vibrácií alebo tvoreniu tepla od pohonnej jednotky stolu.



Obr. 5 otočný stôl a pohonná jednotka

Výhodou tejto metódy je jej jednoduchosť a možnosť merania dvoch vzoriek naraz. Ale podmienky pri skúšaní nezodpovedajú podmienkam pri nosení, vzorka sa nepohybuje a odevné otvory nie sú brané v úvahu.

6.1.3 Prístroj pre zisťovanie transportu vlhkosti

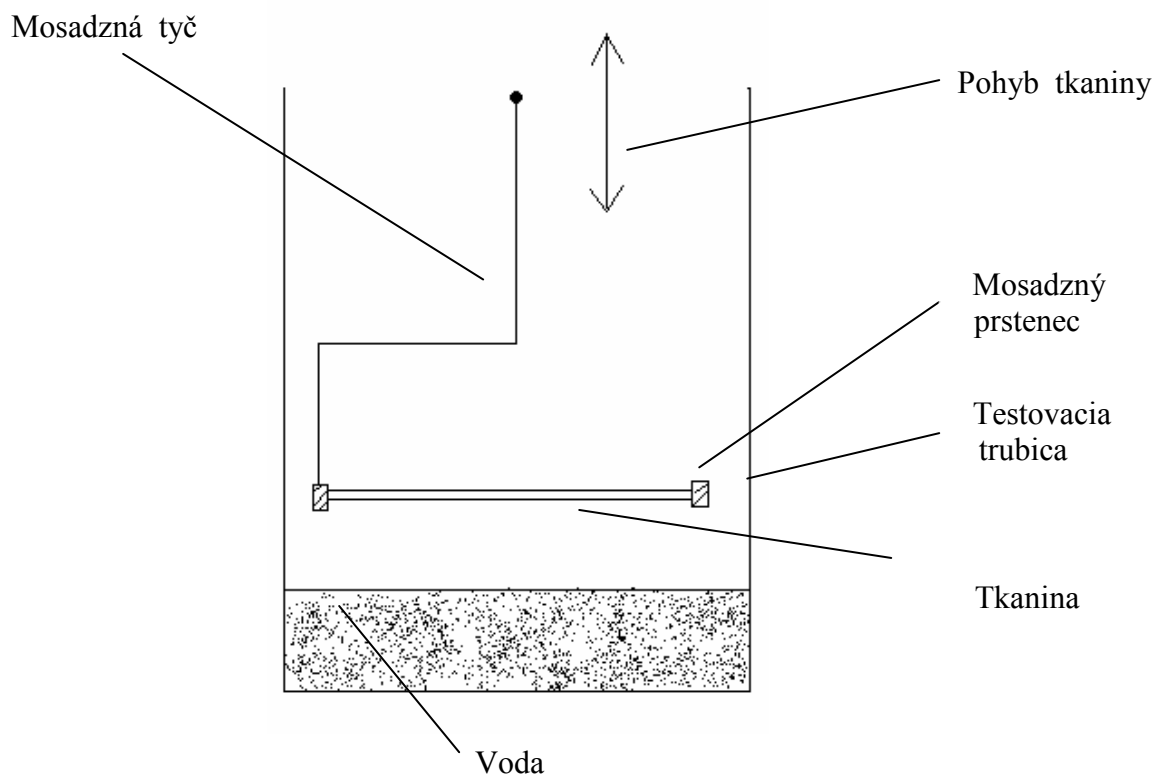
sorpciou – testovacia trubica

Sorpcia vodnej pary hygroskopickým odevom od pokožky a jej transport do okolia zvyšuje odvod potu. Tento proces závisí na relatívnej vlhkosti, ktorá je vyššia v blízkosti pokožky než v okolitej atmosfére a môže ju sprevádzať vysoké potenie. [1]

Hygroskopické tkaniny absorbujú vodné pary , keď sú obklopené vlhkým vzduchom a prepúšťajú ju do suchého vzduchu. Pri potení je relatívna vlhkosť vyššia zo znižujúcou sa vzdialenosťou od pokožky. V dôsledku toho by mala hygroskopická tkanina obklopujúca potiacu sa pokožku, absorbovať vodnú paru a potom ju v prípade pohybu tkaniny desorbovať. Zatiaľ čo hydrofilné tkaniny môžu tekutinu prijať od pokožky a následne ju odparovať smerom od tela. Hygroskopické tkaniny môžu prenášať vlhkosť bez vytvorenia tekutého potu na pokožke. [1]

Meracie zariadenie

Táto metóda merania preukazuje , že sorpcia tkaniny zvyšuje prenos vlhkosti od potiacej sa pokožky. Skúšobné zariadenie sa skladá z niekoľkých zoskupení. Testovacia trubica je čiastočne naplnená vodou zo vzorkou textílie pohybujúcou sa hore a dole vo voľnom priestore nad vodnou hladinou. Voda v trubici sa vyparuje a difunduje smerom nahor do okolitej atmosféry cez vzorku , ktorá absorbuje vodné pary v blízkosti dna trubice a potom ich prepúšťa na povrch (Obr. 6). [1]



Obr. 6 Testovacia trubica

Štandardná výška vody je 30 mm, vzdialenosť medzi vzorkou tkaniny a vodnej hladiny 5 – 65 mm. Vzdialenosť medzi vodnou hladinou a okolitým prostredím 70mm. Prístroj pracuje pri pokojovej teplote 20 °C a relatívnej vlhkosti 65 %. Perióda pohybového cyklu je voliteľná, ale najčastejšie je použitá doba 18 minút a čas strávený v každej pozícii je kratšia ako 5s. [1]

Vrstva vody v trubici simuluje mokrá pokožku. Na rôznych miestach ľudského tela je nad pokožkou rozdielna koncentrácia vodných pár, čo je spôsobené prítomnosťou soli v pote alebo neúplným pokrytím pokožky potom. V tomto prístroji je eliminovaná tým, že vzduch tesne nad simulovanou pokožkou je nasýtený. Na rozdiel od skutočnej pokožky je teplota simulovanej kože konštantná vďaka uloženiu testovacej trubice v kovovom ráme, ktorý sa chová ako tepelný kanál a umiestneniu celého zariadenia do miestnosti, kde sú zaistené izbové podmienky. Vzorka textílie je upevnená do mosadzného prstenca, ktorý sa pohybuje vo vnútri testovacej trubice ako piest, čím je simulovaný pohyb odevu.

Transport vlhkosti sa určuje vážením celej sústavy (trubica, voda, tkanina, prstenec a tyč) po uplynutí niekoľkých hodín (obvykle celá noc). Pričným rozdelením trubice získame výsledky toku hmoty na jednotku plochy. Dlhý priebeh merania ovplyvňuje niektoré zmeny obsahu vlhkosti v tkanine, ktoré sú v priebehu tejto doby zanedbateľné v porovnaní s celkovým prenosom vlhkosti. [1]

Prenos sa dá zmerať - bez pohybu tkaniny
- s pohybom tkanín

Bez pohybu tkaniny

Prenos vlhkosti bez pohybu je zmenou vlhkosti za predpokladu, že obsah vlhkosti v tkanine je konštantný

$$F = \frac{C_{\text{skin}} - C_{\text{amb}}}{R} \quad [1]$$

Kde parný odpor R medzi vodou a prostredím R je daný

$$R = \frac{\Delta x}{D_{\text{air}}} + \Delta R_{\text{fab}}$$

[1]

Δx - vzdialenosť medzi vodou a prostredím

D_{air} - difúzny koeficient vodnej pary v stálom vzduchu ($2,48 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)

ΔR_{fab} - rozdiel parného odporu

C_{skin} - koncentrácia nasýtenej vodnej pary v rozmedzí $20 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($17,5 \pm 0,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$)

C_{amb} - koncentrácia vodnej pary v rozmedzí $20 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($11,4 \pm 0,6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$)

S pohybom tkaniny

$$\text{Sorpčia} = \frac{\Delta W_{\text{top}} - \Delta W_{\text{bottom}}}{N} \text{ [g]}$$

ΔW_{top} a ΔW_{bottom} sú hmotnosti sústavy merajúce sa v priebehu periódy vo vrchole a na dne v danom poradí a N je počet trubíc.

Prístroj je veľmi podobný miskovým metódam. Jedná sa o jednu z mála metód, ktorá čiastočne skúma vplyv pohybu odevu na priepustnosť. Ale nevýhodou sú podmienky pri meraní, ktoré nezodpovedajú podmienkam pri nosení.

[1]

6.1.4 Potiace sa torzo

Pre meranie transportu vlhkosti, predovšetkým, cez funkčné spodné prádlo, ktorého úlohou je ideálne podporovať proces termoregulácie tela a zároveň prinášať jeho nositeľovi pocit pohodlia, bolo zostavené testovacie zariadenie potiace sa torzo.

Potiacie sa torzo je valec o veľkosti ľudského trupu. Jednotlivé vrstvy sú modelované podobne ako ľudské telo, tj. Pokožka, podkožie, tuk a jadro. Vrstvy sú vyrobené z materiálov, ktoré majú podobné tepelné kapacity a vodivosti ako príslušné vrstvy ľudského tela. Vďaka tejto kombinácii materiálu môžu byť modelované prechodové procesy. Valec musí byť naplnený vodou pre získanie približne tej istej tepelnej kapacity ako ľudské telo.

Torzo obsahuje 36 potných trysiek. Valec je vytápaný na teplotu tela pomocou topných fólií. Pre určenie teplôt jednotlivých vrstiev v ktoromkoľvek okamihu, je na celom torze umiestnených 20 senzorov. Priemerná povrchová teplota je stanovená pomocou 5m dlhého niklového drôtu obtočeného okolo torza. Aby nedochádzalo k tepelným stratám je torzo obklopené dvoma tepelnými krytmi. Celé zariadenie je umiestnené na presné váhy pre stanovenie odparného a kondenzovaného množstva vody.

Prístroj bol vyvinutý vo výskumnom laboratóriu EMPA vo Švajčiarsku. [3]

Priebeh testu

Potiacie sa torzo je umiestnené vertikálne do klimatickej komory na presné váhy a ventilátor vytvára prúd vzduchu o rýchlosti 2 m.s^{-1} . Nádrž potnej vody je umiestnená mimo klimatizovanú komoru tiež na váhach. Časti elektroniky sú umiestnené v kryte torza, ale väčšia časť, počítačové ovládanie a stanovenie dát sú umiestnené na vonkajšej strane komory.

Termografická kamera získava jeden obrázok torza každú minútu, čím hodnotí povrchovú teplotu jednotlivých vrstiev. To poskytuje kvantitatívny náhľad na tepelnú

distribúciu. Infračervené snímky ešte ukazujú, aká veľká vlhkosť je absorbovaná rôznymi vrstvami.

Torzo je pokryté testovacími vzorkami a celý systém je uzavretý vonkajším plášťom. Testy sa vykonávajú pri dvoch rozdielnych pracovných zaťaženiach 350 a 500 W.

Meranie pri pracovnom zaťažení 500W trvá 4 hodiny a je rozdelené do nasledujúcich fáz.

I. fáza (suchá tepelná)

1 hodina pri premenlivej výhrevnosti s konštantnou povrchovou teplotou torza. (bez potenia, odpovedá tepelnej strate 100 W ľudského metabolizmu v pokoji)

II. fáza (vysoká aktivita s uvoľňovaním potu)

½ hodiny potenia s približne 75g potu (torzo), výhrevnosť 110W odpovedajúca tepelnej strate 500W človeka a uvoľnenie potu 700g na človeka)

III. fáza (odpočinok)

1 hodina pri konštantnom vyhrievaní 23,7 W bez potenia (odpovedá približne 100W tepelnej straty človeka pri odpočinku)

IV. fáza (vysoká aktivita s uvoľňovaním potu)

½ hodiny potenia s približne 75g potu (torzo), výhrevnosť 110W odpovedajúca tepelnej strate 500W človeka a uvoľnenie potu 700g na človeka)

V. fáza (pokoj a sušenie)

1 hodina pri konštantnom vyhrievaní 23,7 W bez potenia (odpovedá približne 100W tepelnej straty človeka pri odpočinku)

[3]

Merané vrstvy odevu

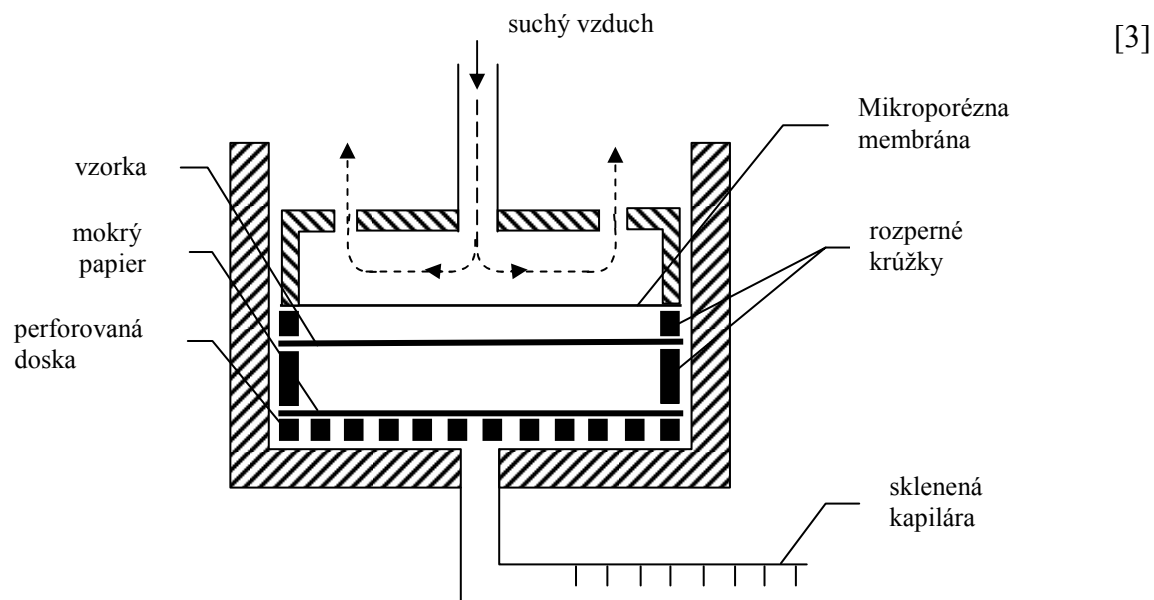
- spodné prádlo
- izolačné vrstvy
- vonkajší odev
- odev do dažďa

Potiace sa torzo svojím tvarom a konštrukciou veľmi dobre napodobňuje ľudský trup s potnými žľazami. Priepustnosť je tak meraná na veľkej ploche, ktorá viacej odpovedá skutočnosti. Prednosťou je možnosť merania celého odevného systému z niekoľkých vrstiev. Ďalšou prednosťou je to, že sa dajú nastaviť všetky potrebné parametre.

Nevýhodou je časová náročnosť, vysoké materiálové nároky a tým aj vysoké finančné náklady.

6.1.5 Metóda DREO

Túto metódu navrhli Farnworth, Van Beest a Dolhan. Vzorka je upevnená na podložku medzi dve polo - priepustné vrstvy (Obr. 7). Pod spodnou vrstvou je voda a cez vrchnú vrstvu prúdi suchý vzduch. Spodná vrstva chráni, oddeľuje vzorku od vodnej hladiny a vrchná vrstva pred prienikom vzduchu. Strata vody tu nie je určovaná vážením, ale odpočítava sa na stupnici sklenenej kapiláry. Meranie sa prevádza po dobu 15 minút.

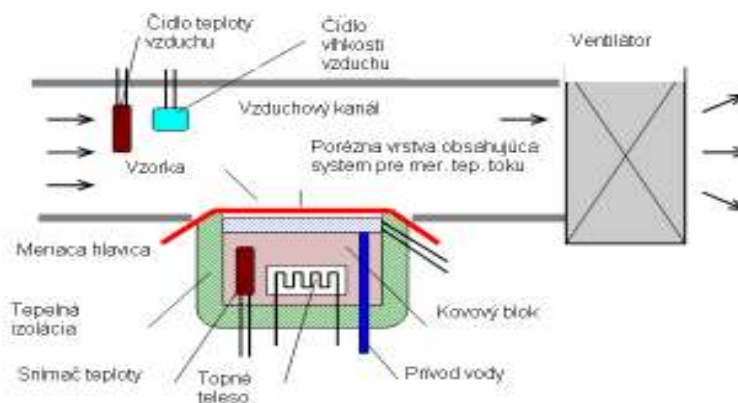


Obr. 7 Farnworthov difuzimeter

6.2 Meraním toku tepla

6.2.1 Meranie pomocou prístroja PERMETEST

Prístroj PERMETEST (Obr. 8) je vo svojej podstate vlastne SKIN MODEL (menšených rozmerov). Jedná sa o mnohostranne využiteľné testovacie zariadenie, ktorého princíp je založený na priamom meraní tepelného toku q prechádzajúceho povrchom tohto tepelného modelu ľudskej pokožky. [3]



Obr. 8 Schéma prístroja PERMETEST

Pri meraní výparného odporu a paropriepustnosti je meracia hlavica pomocou elektrickej topnej špirály a regulátoru udržiavaná na teplote okolitého vzduchu (zvyčajne 20 až 23 °C), ktorý je do prístroja nasávaný. Tým sú zaistené izotermické podmienky merania. Pri meraní sa potom vlhkosť v poréznej vrstve mení na paru, ktorá cez separačnú fóliu prechádza vzorkou. Príslušný výparný tepelný tok je meraný špeciálnym snímačom a jeho hodnota je priamo úmerná paropriepustnosti textílie alebo nepriamo úmerná jej výparnému odporu. V oboch prípadoch sa najskor meria tepelný tok bez vzorky a potom znovu so vzorkou a prístroj registruje príslušné hodnoty q_0 a q_v .

q_0 – tepelný tok so vzorkou [W.m⁻²]

q_v – tepelný tok bez vzorky [W.m⁻²] [3]

Pri meraní tepelného odporu textilného vzorku je suchá meriaca hlavica udržiavaná na teplote o 10-20°C vyššej ako je teplota okolitého vzduchu. Tepelný tok odvádzaný zo vzorku konvekciou do okolitého vzduchu je znova registrovaný.

Prístroj PERMETEST sa v Českej Republike vyrába v analógovej verzii. V roku 2004 bola na Technickej univerzite v Liberci dokončená jeho poloautomatická verzia riadená a vyhodnocovaná počítačom.

Výhodou je krátka doba merania a možnosť vykonávať meranie v akýchkoľvek bežných podmienkach. Vyhrievanie hlavice a odparovanej kvapaliny napodobuje reálnu teplotu pokožky a vylučovaného potu. Dávkovanie v podobe injekčnej striekačky je nehodné z hľadiska nepresného stanovenia dodaného množstva vody do poréznej vrstvy.

Nedostatkom je zvýšená nepresnosť pri použití iných materiálov ako syntetických, prípadne s prevažujúcim podielom syntetických vlákien. Tu sa prejavuje vplyv rovnovážnej vlhkosti na rozmerové zmeny vlákien, čo vedie k chybám merania s odchýlkami až 20 % od nameranej hodnoty. Testovaná vzorka sa nepohybuje, preto stroj neskúma vplyv pohybu odevu na priepustnosť vodných pár.

6.2.2 Model pokožky podľa ČSN EN 31092 – Skúška potenia

vyhrievanou doštičkou (ISO 11092:1993),(Prístroj PSM)

Prístroj (Obr.9) simuluje ľudskú pokožku a jej určený pre meranie priepustnosti vodných pár pre rôzne tkaniny. Základom prístroja je vyhrievaná a zvlhčovaná porézna doštička, označovaná ako model kože, slúžiaci k simulácii prenosu tepla a hmoty, ku ktorým dochádza medzi ľudskou pokožkou a okolím. Meranie zahŕňujú jeden alebo oba prenosy, ktoré sa môžu prevádzať buď samostatne, alebo pri meniacich sa vonkajších podmienkach, zahŕňujú kombináciu rôznych teplôt, relatívnej vlhkosti a rýchlosti prúdenia vzduchu. Namerané hodnoty tak môžu priamo odpovedať rozdielnym ustáleným i premenlivým podmienkam okolia pri nosení odevu.



Obr. 9 Prístroj PSM-2 v laboratóriu Komfortu na KOD

6.2.3 Skúška za stacionárnych podmienok

Skúšobná vzorka o rozmeroch 28x28 cm sa umiestni na elektricky vyhrievanú dosťičku pri teplote 35 °C , ktorú obteká vzduch prúdiaci paralelne s povrchom dosťičky o rýchlosti 1 m.s⁻¹ a teplote 20°C (pri meraní tepelného odporu) alebo 35°C (pri meraní priepustnosti vodnej pary) . Po dosiahnutí ustálených podmienok celého systému sa meria vhodným prístrojom (elektrickým wattmetrom) príkon vytápanej dosťičky.

[3]

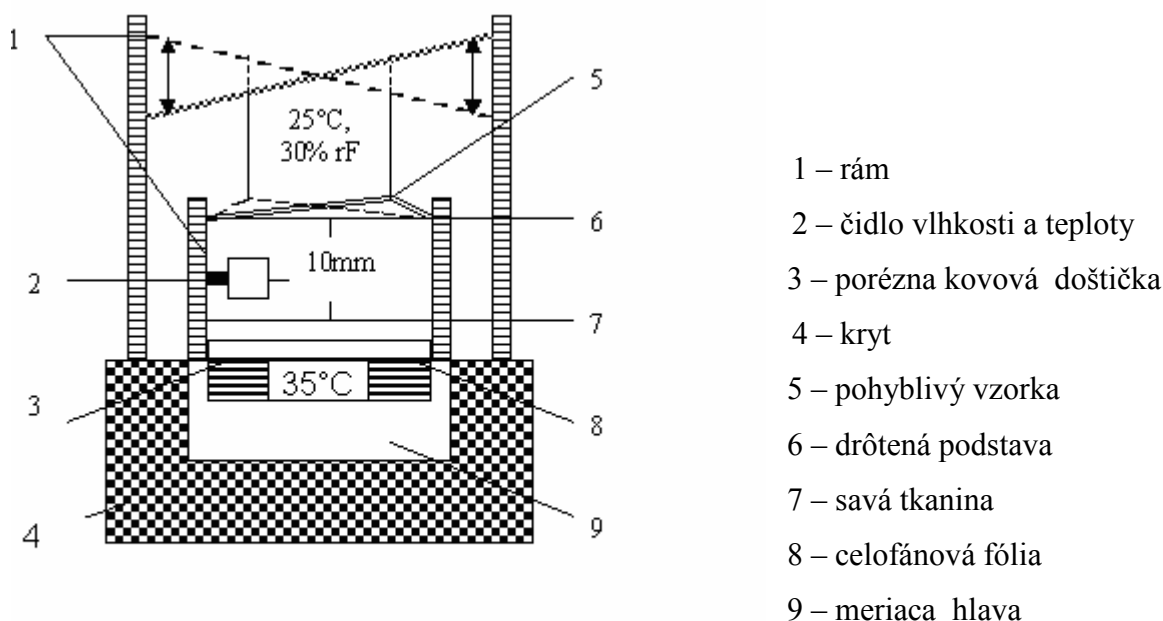
Nevýhodou tohto spôsobu merania tepelného príkonu a vtom prípade termo - fyziologických vlastností textílie je vysoká tepelná zotrvačnosť celého zariadenia. Jedno meranie potom môže trvať aj viac ako 1 hodinu. V priebehu tejto doby dochádza často ku kondenzácii vlhkosti vo vzorke. Výsledok merania je potom skreslený.

6.2.4 Skúška za nestacionárnych podmienok

Touto skúškou sa pomocou SKIN modelu meria regulačný účinok z parnej fázy, ktorý určuje komfort nosenia textílií najbližších pokožke za podmienok intenzívneho potenia, kde sa pot ešte stačí vypariť z potných kanálikov kože. Tento dej sa dá simulovať pomocou hydrofilnej tkaniny umiestnenej na poréznej doštičke a zavlhčenej 4 cm³ vody, ktorá sa odparuje. Meracie čidlá vo vzduchovom priestore medzi poréznu doštičkou a vzorkou merajú časový priebeh teploty a vlhkosti podľa nastaveného režimu intenzity potenia (Obr. 10).

Aby bol rešpektovaný vplyv konvekcie v odevnej mikroklimě danej pohybom tela nositeľa, môže sa vzorka navyše rytmicky pohybovať pomocou elektricky poháňaných niťových spojov.

[3]



Obr.10 Model pokožky pre meranie regulačného účinku z parnej fázy

6.3. Meranie na základe subjektívneho pocitu človeka

6.3.1 Bioklimatické komory

Bioklimatické komory umožňujú simuláciu klimatických podmienok v širokom rozsahu. Na snímanie hodnôt teploty a vlhkosti sa používajú špeciálne čidlá, ktoré sú napojené na výpočtový systém. Svojim princípom sa jedná o uzavreté komory, ktoré majú regulovateľné vyhrievanie plášťových stien a prívod vzduchu danej teploty a vlhkosti vrátane jeho výmeny. Priechodkami v stenách sú vedené káble tepelných a vlhko tepelných čidiel, snímače tepu a výdychov atď. a jednotlivé hodnoty sú zaznamenávané. Komory môžu udržiavať teplotu v intervale - 50°C až + 60°C a relatívnu vlhkosť potom v celom možnom rozsahu.

Testy v komorách sa vykonávajú na skúšobných osobách ale aj na tepelných manekýnoch. Testovanie na živých osobách vyžaduje použitie veľkého množstva skúšobných osôb aby boli namerané hodnoty reprodukovateľné. [3]

7. Experimentálna časť

7.1 Materiály

Pri experimentoch bolo použitých viacero druhov materiálov. Boli vybrané tieto materiáli:

Číslo	Názov materiálu	Materiálové zloženie	Väzba	Plošná hmotnosť [g/m ²]
1.	Šatovka	100 % Ba	Plátňová	108,5
2.	Kostýmovka	92% PES, 6% VS, 2 %EL	Keprová	252,6
3.	Flauš	98% WO, 2% PC	Keprová	419,0
4.	3 –vrstvý materiál	Fleece 224505, MEDVEDIN 150, MIPOREX 3213	Nedá sa zistiť	287,0

Vzorky boli pripravené z materiálov podľa noriem príslušného merania

7.2 Zisťovanie priepustnosti vodnej pary

Možnosti merania priepustnosti vodnej pary sú uvedené v teoretickej časti tejto práce na strane 23. Pre túto prácu boli použité metódy na meranie priepustnosti vodnej pary, ktoré bolo možné použiť pri spracovávaní tejto práce na Katedre odevníctva.

- 7.2.1 Metóda podľa normy ČSN 80 0855 , Zisťovanie relatívnych priepustností vodných pár plošnou textíliou
- 7.2.2 Metóda podľa normy BS 7209 : 1990 (Metóda B1)
- 7.2.3 Prístroj Permetest
- 7.2.4 Model pokožky podľa ČSN EN 31092 – Skúška potenia vyhrievanou doštičkou (ISO 11092:1993),(Prístroj PSM)

7.2.1 Metóda podľa normy ČSN 80 0855 , Zisťovanie relatívnych priepustností vodných pár plošnou textíliou

Podstata tejto skúšky je popísaná v teoretickej časti. Táto metóda si nevyžaduje žiadne špeciálne zariadenie .

Skúšobné pomôcky a zariadenie

- Klimatizačná komora(KBF 240 od fi. BINDER) zaručujúca dodržanie teploty $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, relatívnej vlhkosti $65 \pm 2\%$ a maximálnej rýchlosti prúdenia vzduchu $0,2 \text{ m.s}^{-1}$.
- Sušiareň ULE 400 od fi. MEMMERT
- Analytické váhy s presnosťou 10^{-4}g .
- Ľahké hliníkové eloxované skúšobné misky kruhového tvaru zo skúšobnou plochou 30 cm^2 (o priemere 61,9 mm)
- Viečka na skúšobné misky s tesniacim krúžkom – k zmenšeniu zmeny hmotnosti pri vybratí z klimatizačnej komory.
- Raznice o priemere 71,4 mm k vysekávaniu kruhových vzorkou plošných textílií.
- Vysúšadlo silikagel T podľa ON 65 4655 stredne poréznej zrnitosti 0,4 až 1,6 mm.
- Exikátor – pre manipuláciu s miskami po ich vybratí z klimatizačnej komory

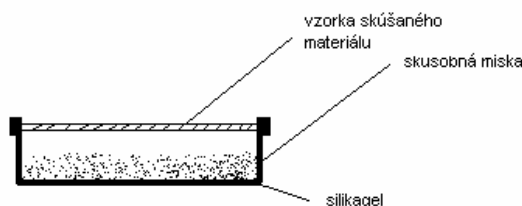
[7]

Priebeh skúšky

Skúšobné misky sa po naplnení odváženým množstvom silikagelu ($30 \pm 0,1 \text{ g}$) (obr. 11) vložia s odklopenými viečkami do klimatizačnej komory , kde sa pri teplote 140°C sušia po dobu 4h. Po uplynutí tejto doby sa skúšobné misky uzavrujú viečkami a vložia sa do exikátoru zo silikagelovou náplňou na dobu potrebnú na vychladnutie.

Po vychladnutí sa misky vyberú z exikátoru , odmontujú sa matice a do polovičného počtu misiek sa vložia predom klimatizované vzorky skúšaného materiálu ,

ktoré sa hneď upnú maticami a uzavrujú viečkami. Následne sa misky zvažia s presnosťou 10^{-4} g, čím zistíme hmotnosť silikagelu s textilnou vzorkou m_{vo} [g]. Zostávajúce misky slúžia k porovnávacím skúškam a ich zvažiením zistíme hmotnosť silikagelu bez textilného vzorku m_{so} [g].



Obr. 11 miska zo silikagelom

Hneď po ukončení váženía sa misky vložia do klimatizačnej komory pri teplote $20 \pm 2^\circ\text{C}$, relatívnej vlhkosti $65 \pm 2\%$ a maximálnej rýchlosti prúdenia vzduchu $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ na dobu 3 hodín. Po uplynutí tejto doby sa misky opäť zvažia čím získame hodnotu m_{vz} [g] v skúšobnej miske s textilnou vzorkou a m_{sz} [g] v miske bez vzorku.

Rozdiel medzi týmito hodnotami odpovedá množstvu vodnej pary absorbovanej silikagelom.

Výpočet výsledku z nameraných hodnôt

$$Px = \frac{\Sigma \Delta m_v}{\Sigma \Delta m_s} \times 100 [\%]$$

Kde m_v - je prírastok hmotnosti vysúšadla s textíliou ($m_{vz} - m_{vo}$) [g]

m_s - je prírastok hmotnosti vysúšadla bez textílie ($m_{sz} - m_{so}$) [g]

[7]

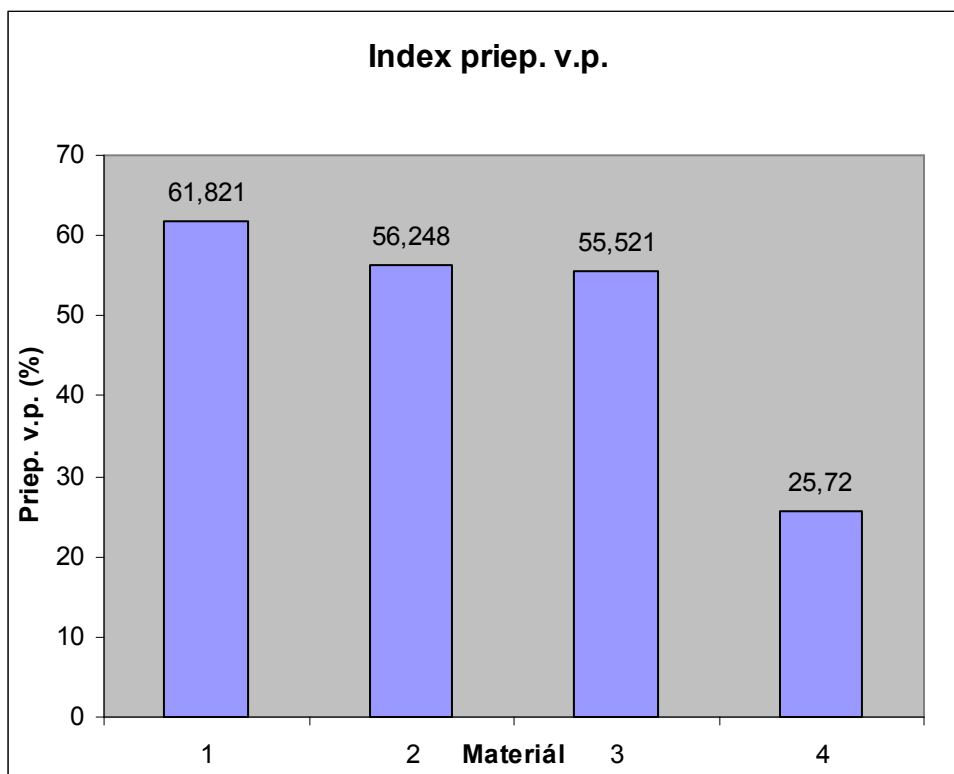
Namerané hodnoty

Materiál	Bez vzorky			so vzorkou		
	Hmotnosť pred expozíciou (g)	Hmotnosť po expozícii (g)	Prírastok (g)	Hmotnosť pred expozíciou (g)	Hmotnosť po expozícii (g)	Prírastok (g)
Šatovka	86,701	87,638	0,937	86,015	86,593	0,578
(č. 1)	80,518	81,409	0,891	89,242	89,843	0,601
	83,788	84,818	1,03	85,433	86,091	0,658
	85,555	86,564	1,009	85,107	85,712	0,605
	86,994	87,991	0,997	83,013	83,578	0,565
Priemer	0,9728			0,601		
Index priep. v.p. (%)	61,821					

Kostýmovka	85,58	86,51	0,93	87,668	88,221	0,553
(č.2)	88,82	89,789	0,969	81,505	82,13	0,625
	85,132	86,379	1,247	84,765	85,326	0,561
	84,62	85,607	0,987	86,537	87,101	0,564
	82,592	83,732	1,14	87,938	88,601	0,663
Priemer	1,054			0,593		
Index priep. v.p. (%)	56,248					

Flauš	85,609	86,684	1,075	88,256	88,869	0,613
(č.3)	88,826	90,077	1,251	82,073	82,638	0,565
	85,142	86,062	0,92	85,344	85,897	0,553
	84,632	85,617	0,985	87,126	87,726	0,6
	82,601	83,631	1,03	88,582	89,172	0,59
Priemer	1,053			0,584		
Index priep. v.p. (%)	55,821					

3-vrstvý mat.	86,643	87,781	1,138	86,572	86,842	0,27
(č.4)	80,47	81,457	0,987	89,812	90,092	0,28
	83,737	84,741	1,004	86,02	86,295	0,275
	85,505	86,818	1,313	85,609	85,873	0,264
	86,945	87,884	0,939	83,604	83,899	0,295
Priemer	1,076			0,276		
Index priep. v.p. (%)	25,72					



7.2.2 Metóda podľa britskej normy BS 7209(prístroj M 261)

Skúšobné pomôcky a zariadenie

- Klimatizačná komora (KBF 240) zaručujúca dodržanie teploty $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, relatívnej vlhkosti $65 \pm 2\%$ s dostatočnou veľkosťou, aby bolo možné do nej namontovať otočný stôl s testovacími miskami
- Orezávacie zariadenie , schopné rezať kruhové vzorky o priemere 96 mm .
- Pipeta
- Misky o priemere 96 mm s kryciami krúžkami
- Váha s presnosťou do 10^{-4}g
- Časovač na meranie intervalov medzi vážením s presnosťou do 1,0 min.

- Referenčná tkanina z polyesterových monofilných vlákien s dostavou 196,1 na cm
- Otočný stôl

[6]

Priebeh testu

Misky sa naplnia vodou tak aby bola medzera medzi hladinou vody a podoprenou stranou vzorky 10 ± 1 mm, celkovo cca. 46 ml.

Pomocou tenkej vrstvy tmelu sa vzorky upevnia k lemu misky. Nesmie dôjsť k namočeniu vzorky. Po priložení krycích krúžkov sa miska utesní pomocou lepiacej pásky, tak aby páska rovnomerne prekryvala miesto spoja medzi miskou a krúžku, ale nepresahovala horný okraj krúžku. Každá miska má svoje miesto na otočnom stole.

Otočný stôl so vzorkami sa otáča v komore 1 hodinu a potom sa misky vyberú a zvážia. Metóda je založená na rovnakom princípe ako sú miskové metódy a je vhodný pre odevné materiály. Po zvážení sa misky vrátia na otočný stôl v komore, kde za stáleho otáčania zotrvávajú po dobu min. 5 hodín. Po uplynutí tejto doby sa misky opäť zvážia

Priepustnosť vodných pár WVP je daný rovnicou v $\text{g.m}^{-2}.\text{deň}^{-1}$

$$WVP = \frac{24 \cdot M}{A \cdot t}$$

- M je strata váhy sústavy za časovú periódu [g]
- t je čas medzi nasledujúcimi vážením sústavy [h]
- A je plocha testovacej látky rovnajúca sa vnútornému priemeru testovacej misky [m^2]

[7]

A je dané rovnicou

$$A = \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \times 10^{-6}$$

Kde d je vnútorný priemer testovacej misky [mm]

[7]

Index priepustnosti vodných pár [I] je daný nasledujúcim vzťahom

$$I = \left\{ \frac{(WVP)_f}{(WVP)_r} \right\} \times 100 [\%]$$

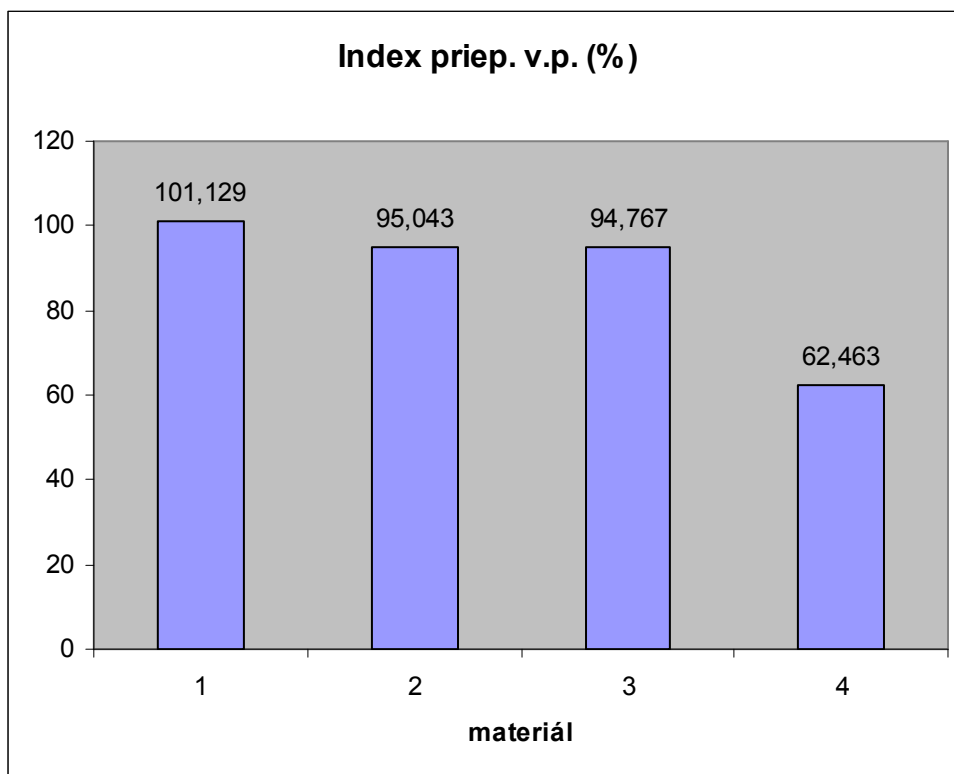
(WVP)f - hodnota priepustnosti vodných pár testovanej tkaniny [g.m⁻². deň⁻¹]

(WVP)r - hodnota priepustnosti vodných pár referenčnej tkaniny [g.m⁻². deň⁻¹]

[7]

Namerané hodnoty

Materiál	Hmotnosť (g)					
	Pred expozíciou	po 5h	Rozdiel(g)	Priemer(g)	WVP[g.m ⁻² . deň ⁻¹]	Index priepustnosti (%)
Šatovka						
(č. 1)	134,219	133,064	1,155			
	135,025	133,883	1,142			
	134,817	133,713	1,104	1,134	1005,728	
Referenčná tkanina	133,849	132,728	1,121		994,49	101,129
Kostýmovka	136,06	134,993	1,067			
(č. 2)	135,404	134,276	1,128			
	136,151	135,067	1,084	1,133667	969,65	
Referenčná tkanina	133,926	132,776	1,15		1020,218	95,043
Flauš	133,285	132,383	0,902			
(č. 3)	133,721	132,773	0,948			
	132,708	131,769	0,939	0,929667	824,7501944	
Referenčná tkanina	131,376	130,395	0,981		870,2903629	94,767
3-vrstvý materiál	132,874	132,241	0,633			
(č. 4)	133,482	132,829	0,653			
	133,548	132,902	0,646	0,644	571,3221139	
Referenčná tkanina	131,526	130,495	1,031		914,6476699	62,463



Pri vyhodnocovaní merania bol vypočítaný u materiálu č. 1 (Šatovky) Index priepustnosti vodnej pary 101,129 %, čo je nereálna hodnota. Meranie tohto materiálu bolo opakované 2x a pri obidvoch meraniach vyšla hodnota Indexu priepustnosti vodnej pary nad 100%. Je viacero faktorov ktoré mohli ovplyvniť presnosť celého merania.

- norma vyžaduje digitálne váhy s presnosťou do 10^{-4} g , ale k dispozícii boli váhy s presnosťou do 10^{-3} g
- nedostupnosť údajov o hodnotách referenčnej tkaniny, ktoré ma preukazovať pri meraniach
- neopatrné zachádzanie so vzorkami.

7.2.3 Prístroj Permetest

Určenie relatívnej priepustnosti pre vodné pary

Prístroj meria relatívnu priepustnosť textílií pre vodné pary p [%], kde 100 % priepustnosť predstavuje tepelný tok q_o [W.m^{-2}] vyvolaný odparením z voľnej vodnej hladiny rovnakom priemere ako má meraná vzorka. Zakrytím tejto hladiny meranou vzorkou sa potom tepelný tok zníži na hodnotu q_v [W.m^{-2}].

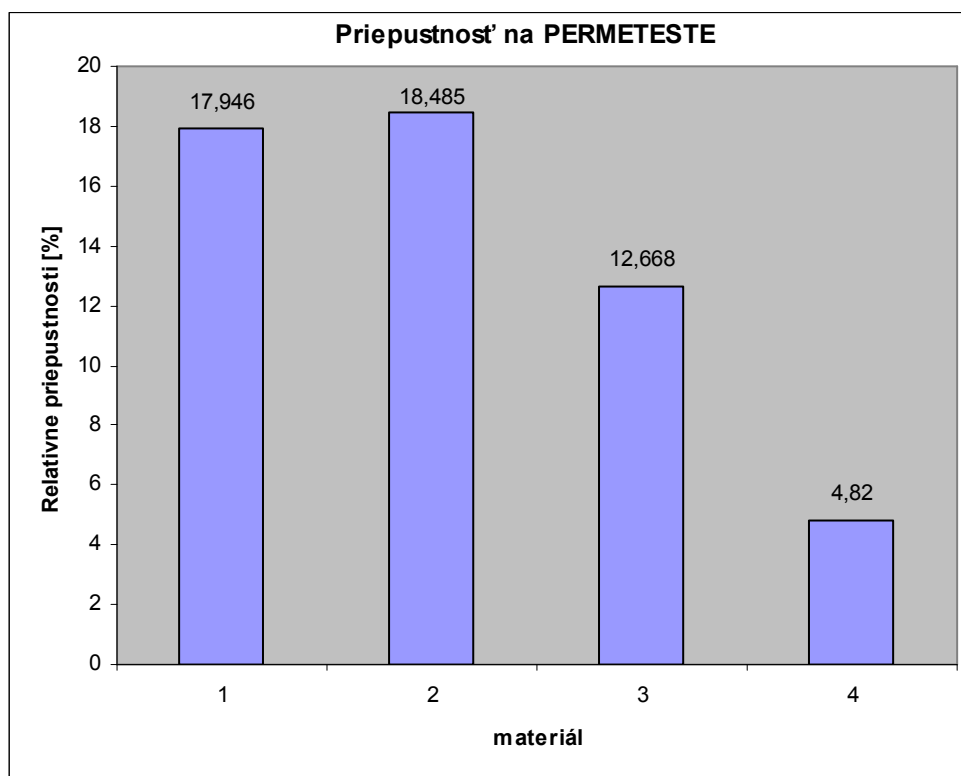
Platí že :

$$p = \frac{q_v}{q_o} \times 100[\%]$$
[7]

Namerané hodnoty

Šatovka (1)				Kostýmovka (2)			
q_v [W.m^{-2}]	q_o [W.m^{-2}]	P_i [%]	priemer	q_v [W.m^{-2}]	q_o [W.m^{-2}]	P_i [%]	priemer
36	6	16,667		28	4	14,286	
40	6	15		28	5	17,86	
38	7	18,421		29	5	17,241	
38	6	15,91		29	6	20,691	
35	7	20		34	7	20,591	
38	7	18,421		37	7	18,921	
41	9	21,951		34	7	20,59	
40	7	17,5		33	6	18,181	
37	7	18,921		31	6	19,354	
36	6	16,667		35	6	17,142	
Priemerná hodnota			17,946	Priemerná hodnota			18,485

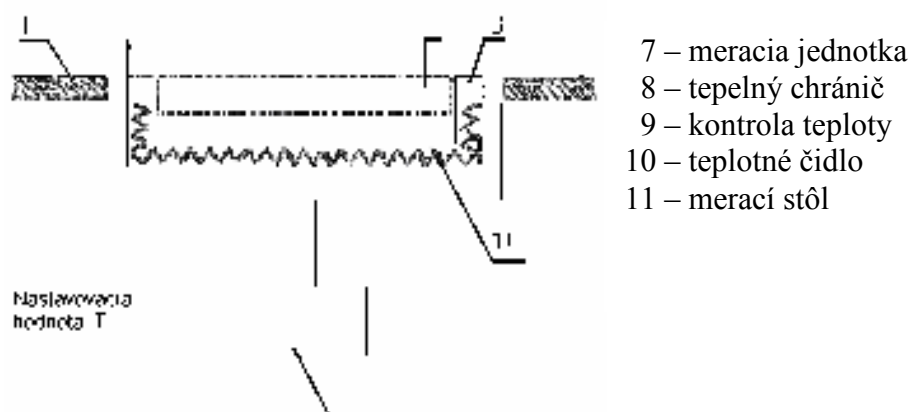
Flauš (3)				3- vrstvý materiál			
q_v [W.m^{-2}]	q_o [W.m^{-2}]	P_i [%]	priemer	q_v [W.m^{-2}]	q_o [W.m^{-2}]	P_i [%]	priemer
29	3	10,345		33	1	3,03	
30	4	13,333		31	1,5	4,841	
31	4	12,903		31	1,5	4,841	
35	4	11,429		30	1	3,333	
34	4	11,765		31	2	6,451	
33	6	18,181		31	1	3,223	
36	4	11,111		36	2	5,555	
30	4	13,333		28	2	7,142	
30	3	10		25	1,5	6	
28	4	14,286		25	1	4	
Priemerná hodnota			12,668	Priemerná hodnota			4,841



7.2.4 Model pokožky ČSN EN 31092 – Skúška potenia vyhrievanou doštičkou , (ISO 11092:1993), (Prístroj PSM)

Postup pri skúške

Skúšobná vzorka o rozmeroch 28x28 cm sa umiestni na elektricky vyhrievanú doštičku od teploty 35 °C (obr.12,13), ktorú obteká vzduch prúdiaci paralelne s povrchom doštičky o rýchlosti 1 m.s⁻¹ a teplote 20°C (pri meraní tepelného odporu) alebo 35°C (pri meraní priepustnosti vodnej pary) . Po dosiahnutí ustálených podmienok celého systému sa meria vhodným prístrojom (elektrickým wattmetrom) príkon vytápanej doštičky.

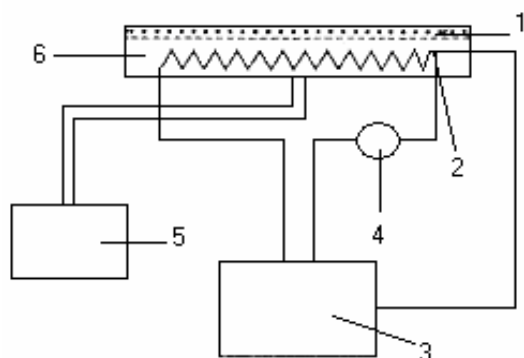


[5]

Obr. 12 Vytápaný ochranný kryt pre zníženie tepelných strát poréznej meracej doštičky

Pri meraní priepustnosti vodnej pary je vyhrievaná porézna doštička pokrytá celofánovou membránou, ktorá prepúšťa vodné pary ale vodu nie. Voda privádzaná k vyhrievanej doštičke sa odparuje a prechádza membránou vo forme pary, takže skúšobná vzorka nepríde do kontaktu s vodou. V dôsledku odparenia, ktorého intenzita je priamo úmerná priepustnosti vodnej pary, teplota dosky má tendenciu klesať. Tepelný príkon privádzaný do doštičky s cieľom udržať jej pôvodnú teplotu (35°C – jedná sa o izotermický dej), je potom mierou priepustnosti textílie pre paru. Aby pri meraní tohto príkonu boli znížené tepelné straty do okolia, je porézna doštička obklopená zo strán i zo spodku obklopená elektronicky stabilizovanou izotermickou plochou.

Nevýhodou tohto spôsobu merania tepelného príkonu a v tom prípade termo-fyziologických vlastností textílie je vysoká tepelná zotrvačnosť celého zariadenia. Jedno meranie potom môže trvať aj viac ako 1 hodinu. V priebehu tejto doby dochádza často ku kondenzácii vlhkosti vo vzorke. Výsledok merania je potom skreslený.



- 1- porézna kovová doštička
- 2- teplotné čidlo
- 3- regulátor teploty
- 4- vyhrievanie meracieho zariadenia
- 5- dávkovacie zariadenie vody
- 6- kovový blok s topným elementom

Obr. 13 Meracia jednotka s kontrolou teploty a prívodom vody

Vyjadrenie výsledkov

Index priepustnosti vodnej pary

$$i_{mt} = S \cdot \frac{R_{ct}}{R_{et}}$$

i_{mt} - je bezrozmerný a má hodnoty medzi 0 a 1

S - je $60 \text{ Pa} \cdot \text{K}^{-1}$

R_{ct} - tepelný odpor $[\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}]$

[7]

R_{et} - výparný odpor $[\text{m}^2 \cdot \text{Pa} \cdot \text{W}^{-1}]$

Priepustnosť vodných par je daná týmto vzťahom:

$$W_d = \frac{1}{R_{et} \cdot \Phi T_m}$$

[7]

W_d - priepustnosť vodnej pary $[\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}]$

ΦT_m - latentné teplo odparovania vody pri teplote meracej jednotky T_m $[\text{°C}]$

Tepelný odpor

$$R_{ct} = \frac{(T_m - T_a)}{H - \Delta H_c} - R_{cto}$$

[7]

 R_{ct} – tepelný odpor [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$] T_m – teplota meracej jednotky [$^{\circ}\text{C}$] T_a – teplota vzduchu v skúšobnom priestore [$^{\circ}\text{C}$] H – vyhrevnosť dodávaná meracej jednotke [W] ΔH_c – korekcia vyhrevnosti pri meraní tepelného odporu [W] R_{cto} – konštanta prístroja pre meranie tepelného odporu [$\text{m}^2 \cdot \text{Pa} \cdot \text{W}^{-1}$]Výparný odpor

$$R_{et} = \frac{(p_m - p_a) \cdot A}{H - \Delta H_c}$$

[7]

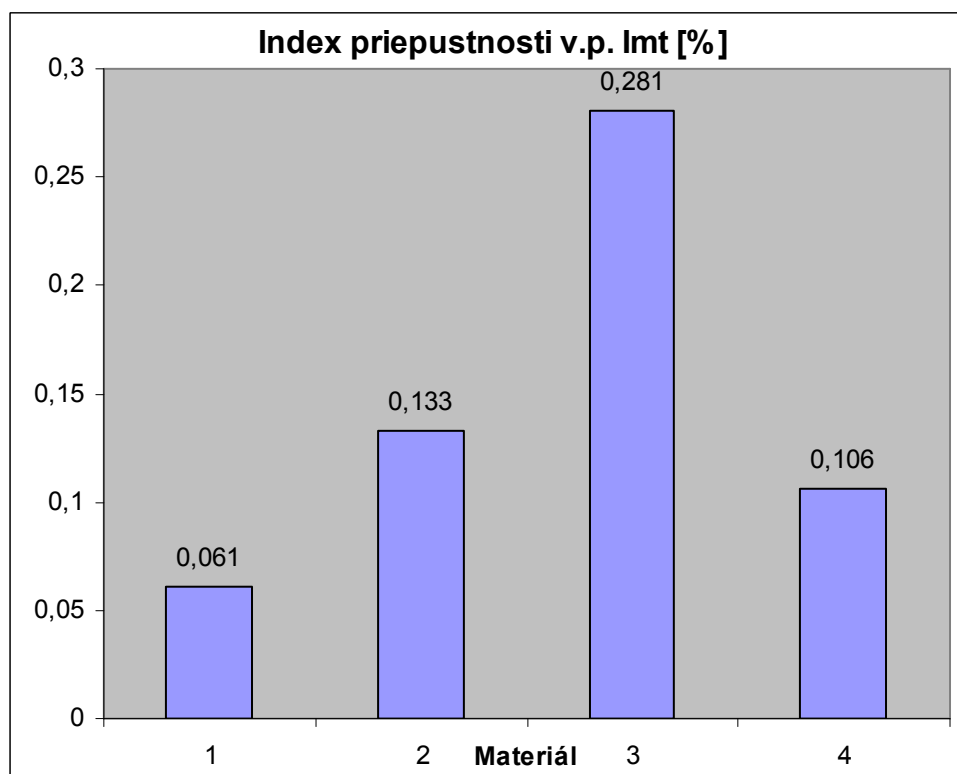
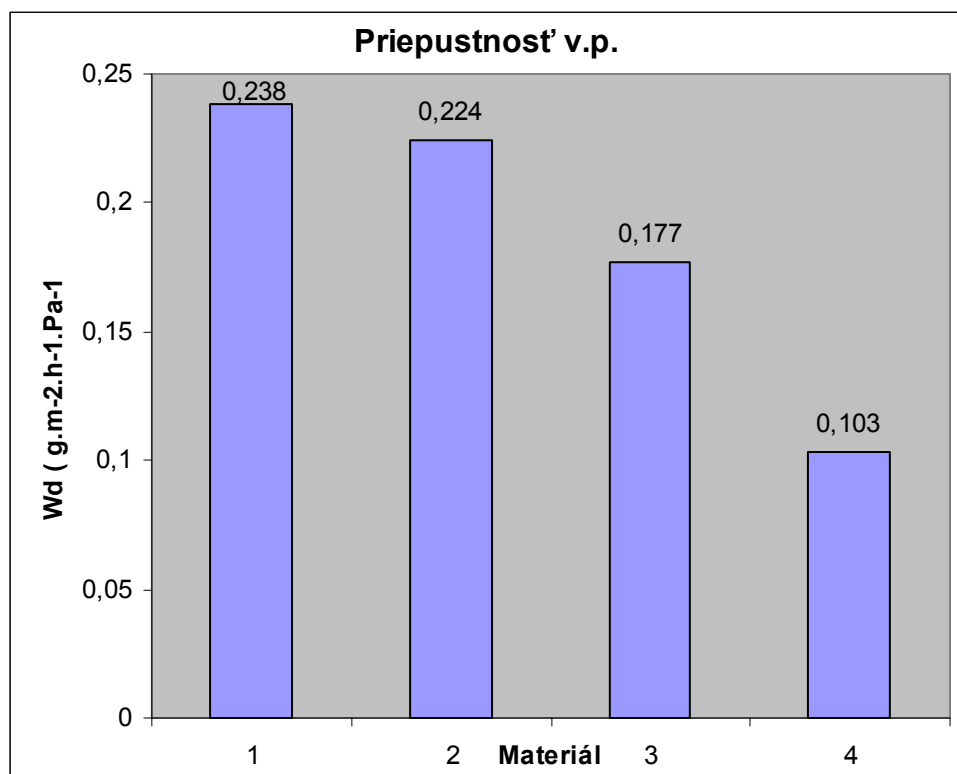
 R_{et} – výparný odpor [$\text{m}^2 \cdot \text{Pa} \cdot \text{W}^{-1}$] H – vyhrevnosť dodávaná meracej jednotke [W] ΔH_c – korekcia vyhrevnosti pri meraní tepelného odporu [W] A – plocha meracej jednotky [m^2] p_m – nasýtený parciálny tlak vodnej pary [Pa] p_a – parciálny tlak vodnej pary vo vzduchu [Pa]

Materiál	Ret [m2* Pa.W-1]	Rct [m2* K.W-1]	index priep. v.p. [%]	priepustnosť v.p. Wd(g. m-2.h-1 . Pa-1)
Šatovka (1) 1	6,294	0,005	0,0477	0,2364
2	6,278	0,006	0,0573	0,237
3	6,187	0,008	0,0776	0,2405
Priemer	6,283	0,0063	0,061	0,238

Kostýmovka (2) 1	6,699	0,016	0,1433	0,221
2	6,579	0,013	0,1186	0,2262
3	6,616	0,015	0,136	0,2249
Priemer	6,6313	0,0147	0,133	0,224

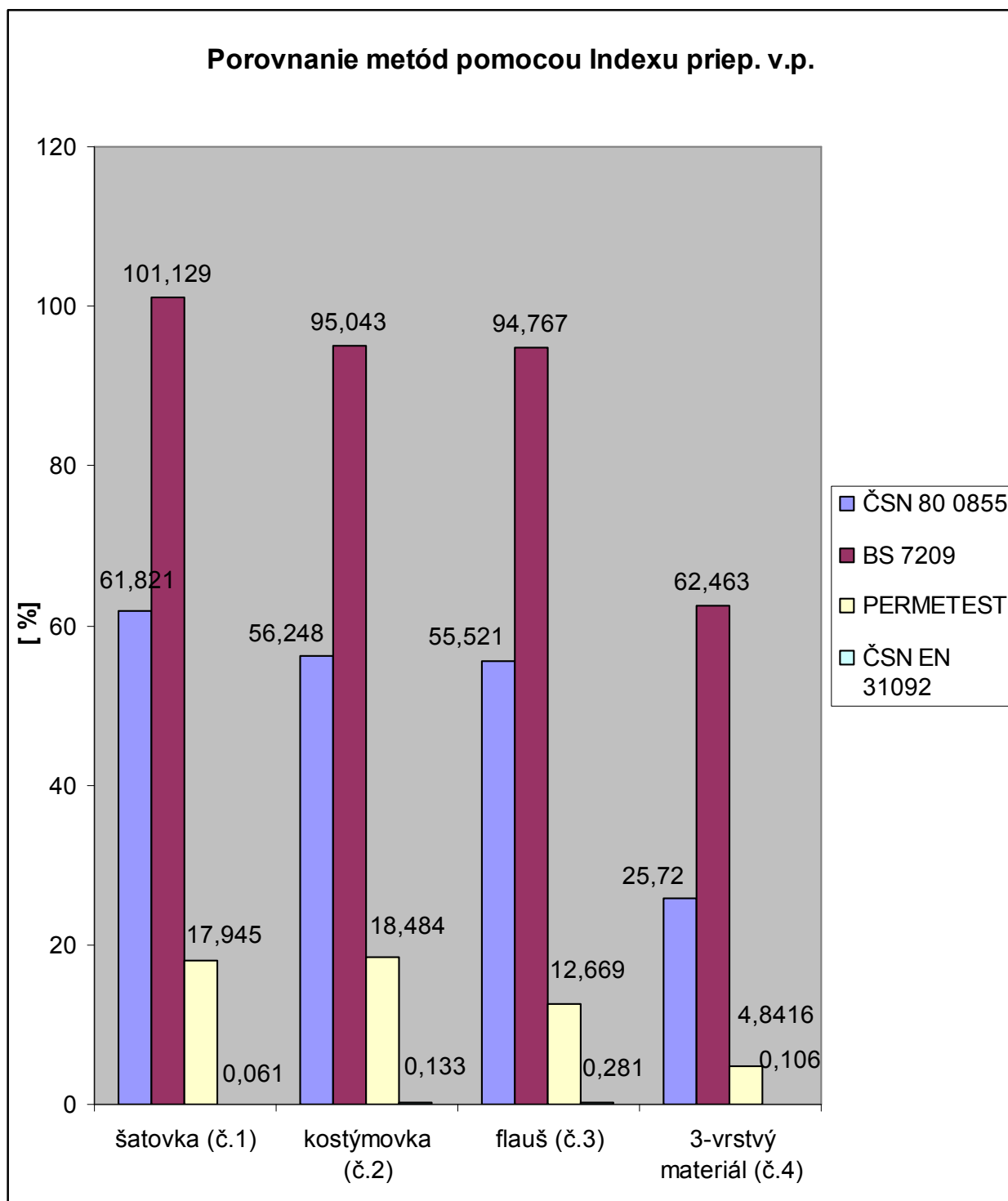
flauš (3) 1	8,429	0,034	0,242	0,1765
2	8,426	0,037	0,2635	0,1766
3	8,366	0,047	0,3371	0,1779
Priemer	8,407	0,0393	0,281	0,177

3vrstvý materiál (4) 1	14,318	0,024	0,1006	0,10399
2	14,66	0,028	0,1146	0,1015
3	14,6	0,025	0,1027	0,1019
Priemer	14,526	0,0257	0,106	0,103



7.3 Návrh spôsobu porovnania jednotlivých metód

Po vyhodnotení výsledkov meraní bol navrhnutý spôsob porovnania metód pomocou Indexu priepustnosti vodných pár, s ktorým je možné sa stretnúť u každej z uvedených metód.



Z grafu pre porovnanie indexov získaných u jednotlivých textílií metódami uvedených v práci je zrejmé, že závislosť indexov medzi jednotlivými textíliami je zhodná. Bavlnená textília (mat. č. 1 – Šatovka) vykazuje pri všetkých meraných metódach najvyšší index priepustnosti vodnej pary.. Materiál č. 2 (Kostýmovka) a č.3 (Flauš) vykazujú približne rovnaké hodnoty indexov.

Porovnávané tkaniny (jednoduché) majú tendenciu klesajúcich hodnôt indexov priepustnosti vodnej pary v závislosti aj na použitom materiály pre jednotlivé tkaniny. Vplyv materiálového zloženia a viac vrstvovej textílie (materiál č.4) je zrejmý na vyšších hodnotách indexu priepustnosti vodnej pary materiálu č.4 pri meraní podľa ČSN 80 0855 a podľa BS 7209:1990 (Metóda B1). Hodnota indexu z prístroja PERMETEST je nižšia než u ostatných textílií.

Index priepustnosti vodnej pary určený podľa ČSN EN 31092 (ISO 11092) má opačnú tendenciu ako je tomu u ostatných skúšok. Najviac priepustná bavlnená tkanina (mat. č. 1) tu má najnižšiu hodnotu a najmenej priepustný materiál (Flauš) ma hodnotu najvyššiu. Index priepustnosti vodnej pary v tejto norme je bez - rozmerný a má hodnoty 0-1.

Meranie podľa metódy BS 7209:1990 (Metóda B1) bolo vykonané ako jedno z prvých meraní po dodaní prístroja do laboratórií KOD a boli tak získavané skúsenosti z meraním podľa tejto metódy. Skúška vyžaduje váženie s presnosťou 10^{-4} . V laboratóriu boli k dispozícii váhy s presnosťou 10^{-3} . I napriek dodržiavaniu presného postupu (odmeraním destilovanej vody, klimatických podmienok v klimatizovanej komore) a opakovaní merania boli u bavlnenej tkaniny (mat. č1) namerané hodnoty presahujúce 100 %.Referenčná tkanina má u jednotlivých meraní hodnoty priepustnosti vodnej pary v rozmedzí od 870 do 1020 [g.m⁻².deň⁻¹] . Dodávateľ prístroja a referenčnej tkaniny nedokázal poskytnúť údaje, o tom akú hodnotu garantuje výrobca prístroja a neuvádza ju ani norma.

Na výsledkoch merania , sa tiež mohlo prejaviť prostredie v laboratóriu, pretože súčasné klimatizačné zariadenie má problémy s udrzaním požadovaných parametrov [20 °C, 65 % rel. vlhkosti].

8. Záver

Po preskúmaní možnosti porovnania jednotlivých metód som najskôr dospel k názoru , že metódy by sa dali porovnať pomocou porovnania indexov priepustnosti vodnej pary, pretože má zhodné vypovedajúce schopnosti. Po bližšom skúmaní tejto možnosti pomocou korelácie, som prišiel na to že takéto porovnanie nie je prakticky možné.

Merania pomoci metódy váženia (ČSN 80 0885 a BS 7209:1990 Metóda B1) sú časovo náročné a z dôvodu obsadenosti laboratória som nemohol vykonať merania a porovnanie na väčšom súbore materiálov, pomocou ktorých by som mohol lepšie porovnať metódy dostupné v laboratóriu KOD.

Pri porovnávaní na väčšom počte materiálov by som navrhol poprípade vytvoriť referenčný vzorku pre všetky metódy merania a určiť konštanty pre závislosti jednotlivých meraní.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Barnes J.C, Holcombe B.V., Moisture sorption and transport in clothing during wear, Textile research Journal, Vol. 66, NO. 12, stránky. 777 -786
- [2] Dejlová, R.A., Afanasjevová, R.F., Čubarovová, Z.S.: Hygiena odievania, SNTL 1984
- [3] HES, L. – Sluka, P: Úvod do komfortu textilií, skriptum TUL 2005
- [4] Kovačič, V.: Vybrané vlastnosti z textilného skúšobníctva, skriptum TUL 2003
- [5] Manuál k prístroju SKINMODEL , KOD
- [6] Manuál k prístroju M261 – BS , KOD
- [7] Normy ISO, ČSN EN, ČSN, BS
- [8] Růžicková, D.: Odevné materialy, skriptum TUL 2003

Zoznam príloh

Príloha č. 1 vzorník materiálov použitých na merania

Príloha č. 1

Vzorník materiálov použitých pri meraniach

Materiál č. 1 Šatovka

Materiálové zloženie : 100 % CO

Väzba : Plátňová

Plošná hmotnosť: 108.5 [g/m²]

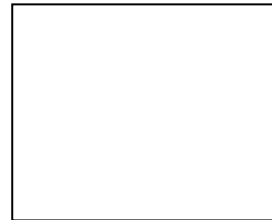


Materiál č. 2 Kostýmovka

Materiálové zloženie : 92% PL, 6% VI, 2% EA

Väzba: Keprová

Plošná hmotnosť: 252.5 [g/m²]

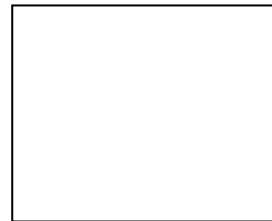


Materiál č. 3 Flauš

Materiálové zloženie : 98% WO, 2% PC

Väzba: Keprová

Plošná hmotnosť: 287,0 [g/m²]



Materiál č. 4 3 – vrstvý materiál

Materiálové zloženie : Fleece 224505, MEDVEDIN 150,
MIPOREX 3213

Väzba: nedá sa zistiť

Plošná hmotnosť: 252.5 [g/m²]

